

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

BUDOUCNOST

FUTURE

LIBEREC 2012

HANA HLUBUČKOVÁ

Poděkování

Chtěla bych poděkovat všem, kteří mi s mou bakalářskou prací pomáhali, zejména vedoucí práce paní akad. mal. Dagmar Hrabánkové, a konzultantům J. Stejskalovi a P. Macákovi. Dále chci poděkovat nadaci Preciosa za finanční podporu ve formě stipendia.

Abstrakt

Moje bakalářská práce částečně vychází z práce semestrální, kterou jsem vytvořila ve třetím ročníku studia na této škole, a nese název „Stroj času“. Řazení skleněných koleček za sebe, mě zaujalo natolik, že jsem se rozhodla s ním i nadále pracovat.

Cílem proto bylo jejich sčítání maximálně využít a následně vytvořit světelný objekt na téma „Budoucnost“. Protože budoucnost nemůže existovat bez minulosti a přítomnosti, toto téma nakonec utváří objekty tři.

Abstract

My bachelor thesis is partially based on my semester one, entitled “The Time Machine”, which I wrote in my third year at this university. Alignment of small glass wheels one after the other held my interest so much that I decided to continue working on this subject matter henceforth.

The goal of this thesis was to make use of their addition maximally in order to create a subsequent luminous object on the subject of “The Future”. The subject of future is finally created by three objects as the future cannot exist separately without both the past and the present.

Klíčová slova

ploché sklo, interiérový objekt, kruh, broušení, odraz, ozubené kolečko, průhled, řazení

Key terms

flat glass, interior object, circle, polishing, reflection, cogwheel, opening, alignment

OBSAH

ÚVOD	9
MYŠLENKOVÉ POJETÍ A INSPIRACE	10
1. TEORETICKÁ ČÁST	11
1. 1 Historie výroby plochého skla	11
1. 2 Ruční výroba plochého skla	12
1. 3 Strojní výroba plochého skla	14
1. 4 Historie výroby zrcadel	17
1. 5 Historie broušeného skla	18
1. 6 Čeští umělci zabývající se plochým sklem	19
2. TECHNOLOGICKÁ ČÁST	22
2. 1 Definice skla	22
2. 2 Tavení skla	22
2. 3 Přehled sklářských surovin	23
2. 4 Sklářské tavicí agregáty (STA)	24
2. 5 Tvarování skla	25
2. 6 Výroba plochého skla - současnost	26
2. 7 Zušlechťování skla	27
2. 8 Broušení skla	28
2. 9 Leštění skla	30
2. 10 Pomocné operace	31

3. VLASTNÍ REALIZACE	33
3. 1 Navrhování	33
3. 2 Výroba ozubených koleček	34
3. 3 Vrtání zrcadel	35
3. 4 Úprava opaxitu	35
3. 5 OBJEKT Č. 1 - „MINULOST“	36
3. 6 OBJEKT Č. 2 - „PŘÍTOMNOST“	37
3. 7 OBJEKT Č. 3 - „BUDOUCNOST“	38
4. ZÁVĚR	39
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	40
FOTODOKUMENTACE	

ÚVOD

Broušení skla pro mě představuje nekonečně mnoho tvarů a možností. Na střední škole jsem absolvovala obor ryté sklo, takže možná i z tohoto důvodu mě broušení skla tolik zaujalo. Nějaký čas jsem strávila na brusírně, pracovala s plochým sklem, vymýšlela nové tvary změnou výbrusu, snažila se i o jiné zušlechtnění například pískováním. Dokonce jsem zkoušela vybroušené tvary lehat v komorové peci, ale konečný výsledek nesplnil má očekávání.

Techniky tavení a lehání skla jsou pro mě velice lákavé a zajímavé, přesto jsem se rozhodla vytvořit interiérový objekt pouze ze skla plochého. Toto mé rozhodnutí má samozřejmě jako výše uvedené způsoby zpracování skla spoustu výhod i nevýhod.

Asi největší výhodou je, že při vytváření objektu z plochého skla nemusí být použito žádných forem ani tepelného zpracování, takže nemůže samovolně dojít k nežádoucí deformaci. Oproti tomu broušení vyžaduje trpělivost, zručnost a jedná se o techniku časově náročnou. Následně je u broušeného skla velmi důležité zvýraznění optických vlastností, čímž jsem se samozřejmě zabývala.

MYŠLENKOVÉ POJETÍ A INSPIRACE

Téma budoucnost je velice rozsáhlé, ať už se jedná o budoucnost vědy, lidstva, našich dětí či budoucnost naši. Velice aktuální je teď nejbližší datum konce světa – koncem roku 2012, přesně 21. prosince, kdy končí mayský kalendář. Možná právě proto jsem si toto téma vybrala. Po dlouhém přemýšlení a zvažování, jak téma „Budoucnost“ nejlépe vyjádřit, jsem dospěla k názoru, že budoucnost nelze vyjádřit bez přítomnosti a minulosti.

Ve své bakalářské práci volně vycházím z již vytvořené práce semestrální. V bakalářské práci jsem použila ploché sklo jinak silné, doplněné antireflexní povrchovou úpravou. Toto sklo se často používá na zasklívání obrazů, a jelikož jich ve škole bylo mnoho poničeno, byla by škoda těchto rozbitých a nepotřebných tabulí nevyužít.

Ozubená kolečka jsem ozvláštnila nejen použitím jiného druhu skla, ale také jsem dalším výbrusem pozměnila jejich vzhled a tvarosloví. Po vybroušení se původní technický charakter proměnil spíše ve věc dekorativní. Kolečka mohou připomínat hvězdy, sněhové vločky, možná krajku. Pro mě představují sny a vzpomínky.

Jednou kdosi řekl, že vzpomínky jsou naše minulost, sny jsou naše budoucnost a naše myšlenky patří přítomnosti. Broušená kolečka jsou rozmanitá, jemná, éterická, zamlžená a z určitých úhlů možná i nepatrná, téměř jako zmíněné sny, myšlenky a vzpomínky. Tmavé sklo má představovat cosi negativního. Například smrt - nedílná součást našich životů, pro někoho může symbolizovat černou minulost, černé myšlenky nebo i zlomyslná přání.

1. TEORETICKÁ ČÁST

1. 1 Historie výroby plochého skla

Sklářské řemeslo se řadí mezi jedno z nejstarších řemesel na světě a má dlouhodobou tradici sahající pravděpodobně až do období 5 000 př. n. l. Svědčí o tom nálezy na území dnešní Sýrie, jež byly nalezeny v podobě různobarevných opakních korálků. Další skleněné fragmenty se objevují v době 3 500 př. n. l. ve starověkém Egyptě a o něco dříve ve formě skleněných střepů nádob i v Mezopotámii. [srov. 1]

Přestože jsou tyto nálezy archeologicky doloženy, se sklem se setkáváme současně, případně v krátkém časovém odstupu, na několika různých místech najednou, a proto se historici na přesném místě ani období nemůžou zcela shodnout.

Výroba plochého skla do historie takto hluboko nesahá. Poprvé se s touto technikou setkáváme ve starověkém Římě, kde se ploché sklo vyrábělo nejstarším známým způsobem - litím skloviny do ploché formy a jejím následným uhlazením pomocí primitivních nástrojů podle tvaru desky. Tabule, které tímto způsobem vznikaly, používali Římané pouze na zasklívání oken.

Velice důležitým mezníkem v dějinách sklářství je vynález sklářské píšťaly. Dochází k tomu ještě před rokem nula (1500 - 300) a tento vynález je připisován Féniciánům. Pro sklářské řemeslo je tento objev zásadní, otevírají se nové možnosti, zjednodušuje se jeho výroba. Toto platí i pro sklo ploché.

Objevením technologie foukání pomocí píšťaly se výroba skleněných tabulí zdokonaluje a foukáním válců se do historie evropského skla zapisují především čeští skláři. Ještě o něco dříve je znám i jiný způsob výroby plochého skla, tzv. roztáčeného či korunového. Toto sklo mělo povrch kvalitnější a bylo slabší. U nás se setkáváme s oběma způsoby, jak s foukáním válců, tak i s roztáčením, a to přibližně od 15. století.

Do této doby se ploché sklo dováželo (nejspíš z Benátek) a používalo se na malbu a na zasklívání oken chrámů. Významné bylo hlavně pro sloh románský a gotický. Chrámy, kostely a kláštery tyto překrásné barevné a pestře malované vitráže povznesly, ale i esteticky obohatily. Vady ve skle, které jsou v dnešní době brány jako nežádoucí, při prosvícení slunečním světlem dodávaly vitrážím plasticitu. S příchodem dalších uměleckých slohů ploché sklo ztrácelo na významu a zařadilo se mezi běžné prvky stavitelství.

1. 2 Ruční výroba plochého skla

Princip foukání

Princip této výroby spočívá ve vyfouknutí skleněné baňky za pomoci sklářské píšťaly. U postupně protahované baňky se následně otevřel spodní konec a byla oddělena od píšťaly. Po podélném opuknutí se válec zahřál na teplotu měknutí a pomocí dřevěného bidla se vyrovnal v rovnací peci.

Způsob výroby z foukaných skleněných válců znali evropští skláři již ve druhé polovině 14. století. O sto let později se na území Čech a Moravy nacházelo už přes čtyřicet skláren. Nejpoužívanější byly dva způsoby: český a rýnský. Rozdíl mezi nimi byl v délce a v průměru skleněných válců.

Postupně docházelo ke zdokonalování, válce dosahovaly délky až 300cm, zvyšovala se i síla sortimentu. Jelikož tato výroba nebyla náročná, setkáváme se s ní na celém našem území, převážně na Šumavě. Zajímavé je, že způsob výroby plochého skla foukáním, stejně tak jako výroba roztáčením, byly u nás využívány až do poloviny 20. století.

Princip roztáčení

Technologie roztáčeného plochého skla pochází pravděpodobně ze Sýrie z 9. století našeho letopočtu. V první polovině 14. století ji oživují Francouzi, konkrétně v Normandii. Sklo takto vyráběné vykazovalo oproti sklu foukanému mnohem lepší povrch, také menší sílu a navíc byl zmíněný způsob mnohem snadnější, a tak zájem rychle narůstal.

Tzv. měsíční sklo se vyrábělo na podobném principu jako sklo foukané. Sklář vyfoukl baňku a oddělil ji od píšťaly. Baňku znovu zahřál a vytvaroval rotací tak, že z ní vznikl kotouč nazývaný měsíc. Proto se sklu vyráběnému roztáčením přezdívalo měsíční.

Jelikož byl povrch skla leštěný ohněm, tento způsob výroby v Anglii přetrval až do 20. století. Na našem území se hojně využíval přibližně od začátku 15. století až po století 17., kdy výroba částečně upadá.

Princip lití a válcování

Roku 1665 zakládá král Ludvík XIV. sklářskou společnost „Compagnie de Saint Gobain“, a dává tak vzniknout zcela nové sklářské technologii - lití skla. Největší zásluhu na vzniku jmenované společnosti měl Jean Baptista Colbert, královský národohospodář, který se tímto snažil předčít Benátčany ve výrobě zrcadel.

Francouzská technologie nastínila cestu ke zcela novému druhu skla. Postup při výrobě litého plochého skla byl následující: z tavicí pece se vyjmula pánev s utavenou sklovinou, pánev se překloupila na připravenou kovovou desku, takže došlo k vodorovnému rozliti skloviny. Potom se pomocí kovového válce sklovina rozválcovovala do potřebné síly, kterou určovaly kovové lišty na obvodu licí desky, po kterých se válec pohyboval. Za prvního vynálezce tohoto způsobu je považován Bernard Perrot.

Koncem 17. století se Angličané pokoušeli o způsob výroby plochého skla, avšak bezúspěšně. Ke změně dochází v polovině století 18., kdy britská vláda, ve snaze zabránit pašování zrcadlového skla, podpořila podnikatele a ti povolali bývalé pracovníky ze společnosti Saint Gobain. Všichni si mysleli, že zavedení výroby v Anglii půjde snadno, setkali se však s neočekávaným problémem. Odborníci z Francie nezvládli provoz tavicích pánvových pecí vytápěných černým uhlím, protože byli zvyklí na otop dřevem. Za zmínku stojí, že neúspěch při zavádění nové technologie v Anglii nechtěně přispěl ke zrodu technologie jiné - plaveného skla.

Angličtí podnikatelé tak museli zůstat u méně produktivní ruční výroby korunového skla. Jedinou pozitivní věcí bylo, že v této době vzniklo v okolí St. Helens mnoho skláren. Všechny nakonec skoupili bratři Pilkingtonové, kteří se nikdy předtím sklářskému řemeslu nevěnovali. I přesto se jejich společnost Pilkington Brothers (zal. r. 1826) dnes řadí mezi největší výrobce plochého skla na světě. St. Helens ale není znám jenom díky této firmě. Zapsal se do historie v 50. letech minulého století hlavně díky nové a revoluční technologii – plavení skla na roztaveném kovu, tzv. Float Process.

1. 3 Strojní výroba plochého skla

První pokusy strojní výroby

Na počátku 20. století začínají první pokusy o strojní výrobu. Hlavní myšlenkou konstruktérů bylo ulehčit sklářům jejich namáhavou práci. Nejprve vznikly 2 způsoby, které však pouze napodobovaly ruční výrobu, a tak plochému sklu žádoucí obrat nepřinesly. „Způsob Sievertův byl založen na vylití utavené skloviny do železného kroužku umístěného na licím stole a s ním posunut pod foukací zařízení. Následně probíhalo foukání, opuknutí obou konců a rovnání v peci podobně jako u ručního způsobu.“ [1] První pokusný stroj byl vyroben ve Francii, další (s malými vylepšeními) o několik let později v Čechách a pak také v Sasku.

Téměř současně vynalezli dokonalejší metodu v USA. Jednalo se o mechanické foukání skleněných válců podle Lubberse. Rozdíl oproti Sievertovu způsobu byl v tom, že skleněný válec byl tažen přímo z hladiny skloviny vytápěné pánve. Válce dosahovaly délky až 12 metrů a po vyjmutí byly rozděleny na menší kusy a klasicky rovnány.

Na rozvoji strojní výroby plochého skla se významně podíleli i čeští skláři. Po zvládnutí výrobních technologií dosahovali až světové úrovně.

Výroba plochého skla tvarovaného přetržitým litím

Na přelomu 19. a 20. století začala pro ploché sklo nová etapa. Jednalo se o výrobní technologii, která umožňovala vyrábět několik typů plochého skla, včetně skla barevného. Nároky a požadavky na osvětlení interiérů neustále narůstaly, a tak bylo nutné rozdělit výrobu do tří odvětví: surové brusné sklo, vzorované sklo a sklo s drátěnou vložkou.

Jelikož licí vzorovací stoly byly velice drahé a jejich provoz byl obtížný, hledalo se jiné řešení. Nahradilo je lití mezi válce, jimiž se důmyslně docílilo v podstatě nekonečného pásu skla. Licí stůl přestal být prvkem tvarovacím a tabule se na něj pouze pokládaly. Vlastní tvarování skloviny probíhalo mezi dvěma válci ve vertikální poloze přecházející do polohy horizontální, jeden z válců mohl být i vzorovaný.

Lití mezi dva válce umožňovalo vyrábět tabule až do velikosti 32 m² a poprvé ho využila anglická firma Chance Brothers v roce 1890. K posledním vylepšením technologie lití došlo v letech třicátých. Nepřetržité tzv. kontinuální lití si nechaly patentovat firmy Saint Gobain a Ford. Stroje pro lití plochého skla byly používány i jinde ve světě - v Americe, Anglii, Francii a Německu, v Čechách jim skláři říkali slangově „šancky“.

S postupem času odvětví surového skla pro broušení ustávalo a technologii lití v tomto odvětví nahradilo plavení. I přesto výroba litého skla pokračovala, a to hlavně kvůli poptávce po sklu vzorovaném a sklu s drátěnou vložkou, které bylo využíváno v moderním stavebnictví.

Výroba plochého skla tažením

Sklo používané pro zasklívání bylo vyráběno převážně v Rakousku – Uhersku, včetně zemí českých a také v Belgii. Dva způsoby, jež byly na počátku 20. století známy, se neosvědčily. Seivertův způsob fungoval pouze několik let. Přínosnější Oppermann – Lubbersův způsob ale také neobstál v rostoucí poptávce po kvalitním okenním skle.

Zásadním krokem byla myšlenka Belgičana Emile Fourcaulta, který se pokusil zrealizovat vertikální tažení skla směrem vzhůru nepřetržitým způsobem za pomoci šamotové výtlačnice. Jeho nápad se roku 1919 opravdu uskutečnil ve sklárně u Bíliny. Zde došlo poprvé na světě k zahájení výroby plochého skla pomocí Fourcaultova způsobu neboli nepřetržitého tažení vertikálního pásu skla. Paradoxem zůstává, že Fourcault se této události nedožil.

Výroba zrcadlového skla

Výroba zrcadel a požadavky automobilového průmyslu měly zásadní vliv na potřebu řešit kvalitu povrchu plochého skla. Lité sklo mělo natolik nerovný povrch, že ho činil prakticky neprůhledným, u taženého skla se postříbřením jedné strany zviditelnilo vlnění na povrchu.

Pro zlepšení tohoto nežádoucího povrchu bylo nutné mechanické broušení a leštění. Vznikly tři typy strojů, z nichž nejvyšším stupněm byly oboustranně pracující

konvejery. Tyto stroje zahrnuly jak tavbu skla, tak i tvarování, broušení a leštění, takže se jednalo o jeden výrobní celek.

Float Process

Datum 20. 1. 1959 vstoupilo do dějin sklářského průmyslu jako den vzniku nové výrobní technologie. Tuto novou výrobní technologii plaveného skla, založenou na zcela jiném principu než bylo známo, vynalezli Angličané. Výroba plochého skla plavením na lázni roztaveného cínu se schopností vytvořit kvalitní oboustranný zrcadlový povrch zcela nahradila nákladné a složité konvejery.

S touto myšlenkou přišli již o pár desítek let dříve Američané Heal a Hitchcock. Bez jejich poznatků by tento princip výroby vznikl jen velmi obtížně. Společnost Pilkington Brothers až po několikaletém výzkumu dosáhla významného úspěchu, což v tomto odvětví znamenalo velice mnoho. Vynálezem plavení skla se svět definitivně rozloučil se složitým a ekonomicky nákladným způsobem výroby. Otevřela se cesta k rozvíjení plochého skla ve stavebnictví, architektuře a v dalších průmyslových oborech.

V současnosti je výroba plochého skla bez technologie Float Process již nepředstavitelná. Některá průmyslová odvětví by rozhodně nebyla tam, kde jsou nyní a některá by možná ani neexistovala.

1. 4 Historie výroby zrcadel

Za úplně první zrcadlo je považována vodní hladina, kde lidé mohli poprvé spatřit svůj odraz. Zhruba v 6. tisíciletí před naším letopočtem vznikají první primitivní zrcadla z černého leštěného kamene sopečného původu neboli obsidiánu.

Od 2. století se objevují zrcadla kovová, nejčastěji z leštěného bronzu, ale i ze stříbra, zlata a mosazi. Ve starověkém Egyptě již používali zrcadla z leštěného kovu. Jako odraz jim občas posloužil i vlhký kámen či hladina vody v nádobě. U žádného z těchto způsobů však nevznikaly dostatečně ostré odrazy.

Zrcadla, podobná těm dnešním, znali už ve starověkém Řecku a Římě. Vyráběla se ze skla a zadní strana byla opatřena tenkou vrstvičkou cínu. Existují dokonce pověsti o tom, že byla využívána jako zbraň v námořních bitvách. Řekové údajně pomocí několika zrcadel odrazili sluneční světlo do jediného bodu a zapalovali tak nepřátelské lodě. Z technického hlediska to možné bylo, ale tento způsob boje nebyl nikdy historicky doložen.

Výrobu zrcadel jako takovou je možné datovat až od středověku. Nejdokonalejší zrcadla na světě vyráběli začátkem 14. století benátští skláři na ostrově Muráno. Tato výroba probíhala tak, že zadní strana skla byla natírána směsí rtuti a cínu. Některé zdroje uvádějí, že díky speciální směsi zlata a bronzu vypadaly v zrcadle odrážené věci dokonce hezčí, než ve skutečnosti byly. Tajemství oné směsi bylo proto přísně střeženo a utajováno. Vyzrazení tajemství znamenalo trest smrti a mnoho dělníků také zemřelo. Nikoliv kvůli zradě, ale na otravu jedovatou rtutí.

Zajímavostí je, že církev v této době zrcadla odsuzovala. Podle ní se jednalo o nástroj ďábla, který se dívá přes zrcadlo z druhé strany. V 16. století byla zrcadla často používána k tajným rituálům a také byla spojována s čarodějnictvím. Dokonce i užitečným způsobem - ke kódování a dekodování tajných zpráv mezi špiony. Názorným příkladem důmyslného využití zrcadla v 15. století je deník Leonarda Da Vinciho, který se dá číst pouze v zrcadlovém odrazu.

Kolem roku 1670 se tajemství benátských mistrů záhadným způsobem rozšířilo do Francie a odtud bylo šířeno dál do Evropy. V této době jsou zrcadla běžným doplňkem královských a šlechtických příbytků a až do 19. století, kdy si zrcadla mohli dovolit i lidé z chudších poměrů, bylo zrcadlo symbolem prestiže.

Roku 1840 přišel německý chemik Justus von Liebig na způsob, jak zadní stranu postříbřit pomocí dusičnanu stříbrného a jiných chemikálií. V současné době se na zadní

stranu zrcadel nanáší tenká vrstva hliníku a toto zrcadlo je schopné odrazit asi 95% dopadajícího světla. Zrcadla pro vědecké účely jsou vyráběna odpařováním stříbra, rhodia a hliníku a jejich následným srážením na broušeném skle ve vakuu.

1. 5 Historie broušeného skla

Tato technika má dlouhodobou tradici a je považována za jednu z nejobtížnějších zušlechťovacích sklářských technik. Dříve byl pro broušené a ryté sklo používán jeden termín tzv. řezané sklo. K rozdělení těchto dvou oborů dochází až koncem 19. století.

Řezání skla je velice stará technika, její kořeny sahají daleko před náš letopočet. Nejprve se tímto způsobem zušlechťovaly drahé kameny. A jelikož se drahé kameny (například horský křišťál) později začaly nahrazovat sklem, byl to začátek pro zdobení skla.

Úplně první způsob řezání spočíval v přidržování pazourkového rydla k otáčející se skleněné nádobě. Takto vznikaly linky různé šířky, různě seřazené po obvodu skla. Druhým způsobem bylo roztáčení olověných kotoučků, na které se nanášelo brusivo (smírek, diamant. prach). Těmito dvěma způsoby bylo možné vytvářet jednoduchý dekor, často tvořený čarami, vlnovkami a spirálami.

Kolem roku 0 dosahuje v Římě řezání skla vysoké úrovně. Po technické stránce jsou dochované památky, i z hlediska dnešních technických možností, precizně provedeny. Asi nejvýznamnějším artefaktem pocházejícím z období přelomu našeho letopočtu je tzv. diatréta. Jedná se o dvouplášťovou skleněnou nádobu, vyřezanou z velmi silnostěnného tvaru. Vnější plášť vytváří síť s písmeny, která jsou s vnitřním pláštěm nádoby spojena pouze útlými krčky. Proto se diatrétám jinak říká síťované poháry. Na světě jich existuje jenom pár kusů.

Z období středověku se dochovalo reliéfně řezaných číší jen okolo dvanácti kusů. Ukázkou středověkých číší jsou číše svaté Hedviky z 11. století, které pravděpodobně navazují na řezané práce prováděné do horského křišťálu. Ve století 15. dominuje technikou řezání Itálie. Řezby jsou prováděny do horského křišťálu a jiných polodrahokamů.

V 16. století se centrem veškerého uměleckého dění stává dvůr Rudolfa II. V Praze. Právě sem přichází roku 1588 Caspar Lehmann, zakladatel českého řezaného skla, a převádí řezbu z horského křišťálu zpět na sklo. Stalo se tomu tak hned ze dvou

důvodů. Horský křišťál byl stále méně dostupný, a tím pádem narůstala i jeho cena. Začalo se tavit křišťálové sklo, takže za něj vznikla uspokojivá náhrada.

Po odeznění třicetileté války začíná slavná doba českého sklářství. Na přelomu 17. a 18. století řezané sklo dopomáhá českému sklu ke světové slávě. V této době napodobují české řezané sklo prakticky všechny tehdejší země, dokonce i Benátky. Nejvíce broušeného a rytého skla se dochovalo z období baroka. Na zakázky šlechticů jsou vyráběny bohatě řezané poháry s různorodými motivy. V 18. století se zvyšuje kvalita takto zdobeného skla a k řezání se začíná používat diamant. V prvenství velmi brzy vystřídal Čechy německý Norimberk, který si ho udržel až do 20. století. Dnes je nejvýznamnější v oboru broušeného skla firma Moser v Karlových Varech.

1. 6 Čeští umělci zabývající se plochým sklem

Umělců, kteří se zabývají plochým sklem, je mnoho. Nejčastěji je ploché sklo používáno v architektonických objektech, kombinováno s jinými materiály nebo se také často stává doplňkem určitého skleněného objektu, například tavené plastiky. Uvádím zde několik osobností, které zušlechťují ploché sklo jako takové nebo je součástí jejich plastik.

Dana Zámečnicková

Tato autorka, nejspíš nejznámější představitelka umělecké tvorby z plochého skla, se narodila roku 1945 v Praze. Nejprve studovala na Fakultě architektury Českého vysokého učení technického v Praze, dále také v ateliéru prof. Josefa Svobody na Vysoké škole umělecko - průmyslové rovněž v Praze.

Od architektury a jevištního výtvarnictví se postupně dopracovala ke sklu. Scénické kompozice jsou utvářeny v duchu autorčiných snů a viděné reality. Prostředkem pro toto ztvárnění se stalo modelované ploché sklo, doplněné živou, dramatickou malbou.

Dana Zámečnicková sklídila díky své tvorbě úspěch nejen u nás, ale i ve světě. Účastnila se mnoha seminářů a přednášek, převážně v USA, vystavovala v mnoha dalších zemích světa. Autorka o své vlastní tvorbě říká: „Moje inspirace je téměř vždy stejná. Je z toho co dobře znám: přátele, vztahy, vztahy mezi muži a ženami. Moje vlastní a obecné, současné a minulé.“

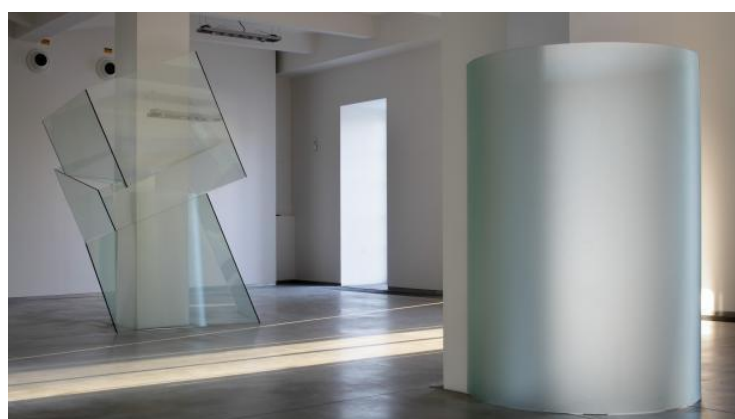
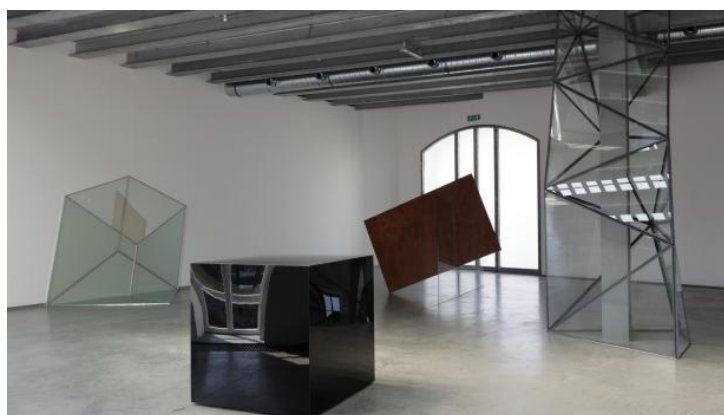


Akad. soch. Marián Karel

Marián Karel, narozen 1944 v Pardubicích, vystudoval umělecko – průmyslovou školu v Jablonci nad Nisou (obor kov). Dále jeho kroky směřovaly na Vysokou školu umělecko – průmyslovou v Praze, kde studoval mimo obor sochařství také sklářskou tvorbu pod vedením prof. S. Libenského.

Jeho tvorbu lze charakterizovat třemi slovy: geometrie, optika, umění. Umělcův cit, kterým zmíněné tři oblasti snoubí, je neskutečný. Tyto, skoro až architektonické projekty, nejsou pouze doplňkem určitého prostoru, ale propůjčují mu i svůj vlastní význam, krásu. Masivní skleněné objekty, vytvořené z broušených bloků taveného nebo optického skla či skla plochého, autor často kombinuje s jinými materiály - s kovem, dřevem, betonem a dalšími.

Marián Karel vedl ateliér se zaměřením na sklo v architektuře na UM – PRUM v Praze a krátkodobě také působil jako profesor na sklářské škole v Pilchucku v USA. Jeho skulptury a instalace byly vystavovány a jsou součástí uměleckých sbírek po celém světě.



Vladimír Kopecký

Tento velice známý výtvarník, malíř a pedagog se narodil roku 1931 ve Svojanově. Nejprve studoval v Kamenickém Šenově u Reného Roubíčka, potom na sklářské škole v Novém Boru. Absolvoval Vysokou školu umělecko – průmyslovou v Praze, kde byl jeho vedoucím ateliéru Josef Kaplický.

Protože Vladimír Kopecký je především malíř, tento um propůjčuje i práci se sklem. Jeho celoživotní dílo zahrnuje především trojrozměrné plastiky, barevné mozaiky, vitráže. Pro některá díla využívá tabulové sklo větších rozměrů, ale také vytváří skleněné objekty skládáním menších skleněných tabulí za sebe.

Postupem času dochází v jeho díle ke zvětšování formátů, dále kombinuje různé materiály: sklo, kov, dřevo, cihly a další. Některá díla tvoří z odpadu či starých kolejnic a polévá je barvami, malba a barvy představují neodmyslitelnou součást jeho tvorby. Instalace z plochého skla lze chápat jako umělcovu oslavu vertikálních linií.

Vladimír Kopecký působil mnoho let jako profesor na Vysoké škole umělecko – průmyslové v Praze a z jeho ateliéru vzešlo mnoho významných osobností současné sklářské umělecké tvorby.



2. TECHNOLOGICKÁ ČÁST

2. 1 Definice skla

Sklo je amorfnní anorganická látka s nepravidelnou krystalickou mřížkou, která může za určitých teplotních podmínek vykazovat vlastnosti viskózní nebo tzv. přechlazené kapaliny. Tato přechlazená kapalina je potom nazývána sklovinou, mění se její viskozita a další fyzikální vlastnosti. „Přesná definice skla neexistuje, ale obecně uznávané jsou tyto dvě definice:

Morey: „Sklo je anorganický produkt tavení, který byl ochlazen do pevného stavu bez krystalizace.“

Fanderlik: „Skla jsou látky v amorfním stavu (tj. nemající znaky krystalické mřížky), které jeví při přechodu z pevné konzistence ve viskózně plastickou a opačně, transformační přeměny.“ [2]

2. 2 Tavení skla

Pro výrobu skla je nejdůležitější správný poměr surovin ve sklářském kmeni. Sklářským kmenem nazýváme směs křemičitého písku, sody (nebo potaše), vápence a dalších surovin, kterými se do skla vnáší sklotvorné oxidy, alkálie, stabilizátory, barviva, kaliva a čeřiva. Kmen musí být dokonale zhomogenizován, protože jeho homogenita ovlivňuje homogenitu skloviny. Po zhomogenizování se ke kmeni přidávají ještě skleněné střepy, které urychlují tavení. Sklářská vsázka je po přidání střepů kompletní a připravena k utavení.

Vsázka je následně pomocí zakladačů dopravena do pece a utavena. Samotný proces tavení je velmi složitý a časově náročný. Nejprve je nutné zvýšením teploty na 1500 °C přeměnit směs surovin v taveninu. Ve sklovině vznikne množství bublin, které je potřeba odstranit. Odstranění nežádoucího plynu se docílí homogenizací pomocí míchadel a přidáním čeřiv, jako jsou například síranová čeřiva, chloridy a další.

Poslední fází u tavení skla je sejítí, jinými slovy snížení teploty skloviny na teplotu vhodnou pro tvarování či dávkování. Po vytvarování se výrobky umístí do

chladicí pece, kde dojde k vyrovnání vnější a vnitřní teploty výrobku, a zabrání se tak částečně vzniku vnitřního napětí.

Doba tavení i ekonomická náročnost je ovlivněna mnoha faktory. Mezi hlavní činitele patří teplota, chemické složení, přísada střeptů, urychlovače tavení, velikost částic a další.

2. 3 Přehled sklářských surovin

Sklotvorné oxidy:

SiO_2 /oxid křemičitý/ - sklářský tavný písek

- základ většiny průmyslových skel

Alkálie:

Na_2CO_3 /soda/ - snižují chemickou odolnost a tavicí teplotu, zvyšují el. vodivost

K_2CO_3 /potaš/

Stabilizátory:

CaO /oxid vápenatý/ - zpevňuje strukturu, zvyšuje chemickou odolnost

MgO /oxid hořečnatý/

PbO /oxid olovnatý/ - zvyšuje hustotu, zvyšuje index lomu (olovnatý křišťál)

- toxický, nejčastěji se používá suřík (Pb_3O_4)

Barviva:

Co /kobalt/ - modrá

Cr /chróm/ - zelená

C /uhlík/ - hnědá

Se /selen/ - růžová

U /uran/ - žlutozelená

Ag /stříbro/ - žlutá

Au /zlato/ - červená

Mn /mangan/ - fialová

Fe /železo/ - způsobuje modrozelené a žlutozelené zbarvení

- tento prvek je obsažen ve většině skel a tak se čiré sklo musí chemicky odbarvovat

Kaliva:

P /fosfor/ - zákaly kapénkové

Fl /fluor/ - zákaly krystalické

- přidání sloučenin těchto prvků umožňuje vyrábět skla neprůhledná (zakalená)

Čeřiva:

oxidy Ar /arzenu/

Sb /antimonu/

Ce /céru/

chloridy - čeřiva se používají z důvodu odplynění skloviny

sírany - tyto látky uvolňují při vysokých teplotách velké množství plynů

Speciální a pomocné suroviny:

urychlovače tavení

redukovadla

oxidovadla

Střepey

- slouží jako urychlovače tavicího procesu

- úspora surovin, úspora energie, ekologické využití

2. 4 Sklářské tavicí agregáty (STA)

Sklářské tavicí pece rozdělujeme na dva typy - pece pánvové a pece vanové. Na stavbu těchto tavicích zařízení je nezbytné použít vhodné žáruvzdorné materiály, které by měly být odolné nejen vůči vysokým teplotám, ale také odolávat korozi při kontaktu se sklovinou.

Pánvové pece se nejčastěji používají pro malé objemy a podle počtu pánví se dělí na jednopánvové nebo dvoupánvové. Tavení v těchto pecích probíhá na jednom místě, avšak v určité časové posloupnosti.

Vanové pece dokážou pojmout větší objemy skloviny a tavení v nich probíhá kontinuálně, tedy nepřetržitě. Za den v nich lze utavit až několik set tun skla. Proces tavení neprobíhá v časovém úseku, ale současně na různých místech tavicího agregátu.

Elektrické tavení

Elektrické tavení skla má následující možnosti: přímý ohřev průchodem elektrického proudu sklovinou, nepřímý ohřev (el. pánvové pece), indukční ohřev (grafitové kelímky). Nejvýznamnějším způsobem elektrického tavení skla je ohřev skloviny pomocí elektrod, kdy jsou molybdenové elektrody v přímém kontaktu se sklovinou. Sklo je vlastně taveno přímým průchodem elektrického proudu.

2. 5 Tvarování skla

Proces, kdy je z viskózní skloviny vytvořen skleněný výrobek nebo polotovar, nazýváme tvarování. Technologie tvarování skla se rozděluje nejčastěji podle finálního výrobku, takže je lze klasifikovat do následujících kategorií: lisování, tvarování obalového skla, tvarování tenkostěnného skla, tvarování trubíc, výroba vláken, odstředivé tvarování a tvarování plochého skla.

Mezi nejjednodušší technologie patří lisování skla. Dávka skloviny je umístěna do kovové formy a výrobek je následně vylisován. Tímto způsobem se vyrábí například tvárnice, obrazovky, bižuterní polotovary (někdy tvarované mačkáním) a také sklo užitkové.

Dalším odvětvím je tvarování obalového skla. Vyrábí se na automatických strojích řadových či karuselových a používají se zde formy z litiny nebo oceli. Výrobní proces je obvykle dvoufázový a dělí se na čtyři základní technologické způsoby: sacofoukací, dvakrát sací, lisofoukací a dvakrát foukací.

Tenkostěnné sklo zahrnuje kategorii skla užitkového i technického. Narozdíl od obalového skla má toto sklo kvalitnější povrch a je to výrobek bezešvý (chybí mu stopa po spojení dílů formy). Postup je stejný jako u způsobu sacofoukacího nebo lisofoukacího, bezešvosti se dosahuje rotací.

2. 6 Výroba plochého skla - současnost

Současnou výrobu plochého skla je možno rozdělit podle výrobní technologie do tří skupin: lití přetržité a kontinuální, tažení dolů a nahoru, plavení (Float Process).

Přetržité lití má v dnešní době už jen malé využití. Tímto způsobem je možné vyrábět kruhové desky o tloušťce 3 až 10 cm. Sklovina je pomocí nabírací lžice přenesena na desku liciho stolu, kde je rozprostřena po celé ploše, takže k vlastnímu tvarování již nedochází. Dalším způsobem je způsob obdobný, avšak s použitím jednoho nebo více válců. V České republice se takto vyrábělo opakní sklo, které mělo z jedné strany drážky a nejčastěji se používalo jako obkladový materiál.

Kontinuálním litím se vyrábí převážně sklo ornamentální. Je tomu tak proto, že nekonečný pás skloviny vytékající z tavicí pece mezi dva kovové válce chlazené vodou prochází po vytvarování chladicí pecí velmi rychle, a jeho povrch by byl ve výsledku nekvalitní. A tak je jeden z válců, nejčastěji spodní, opatřen vzorem.

Fourcaultův způsob tažení představuje nepřetržité tažení pásu skla pomocí šamotové výtlačnice směrem nahoru. Vlivem hydrostatického tlaku je sklovina naváděna mezi válce tažného stroje. Pás skla je po dobu tažení řízeně ochlazován. Takto lze vyrábět tabule od 0,1 do 1,4 cm. V dnešní době je však tento způsob čím dál více nahrazován technologií plavení skla.

Tažením pásu skla směrem dolů byly vyráběny tabule spíše menších rozměrů. Výhodou byla možnost častější obměny sortimentu, čili možnost změnit barvu vyráběného skla. Povrch tohoto tvarovaného pásu skla byl velice kvalitní.

Plavení skla je v současnosti nejmodernější technologie výroby plochého skla, neboť umožňuje vyrábět sklo zrcadlové kvality, takže odpadají náročné technologie mechanického broušení a následného leštění.

Sklovina o teplotě zhruba 1050°C je přiváděna z pracovní části do prostoru cínové lázně, kde dochází k jejímu rozprostření po hladině roztaveného cínu. Oba povrchy tabule jsou leštěny. Ve spodní části dochází k leštění horkým cínem, vrchní strana tabule je leštěna tepelně. Na opačné straně cínové lázně je pás skla přepravován zvedacími válci do chladicí pece.

Po vychlazení následuje mytí, probíhá kontrola kvality, odřezávají se okraje a sklo je rozděleno na základní formáty. Pokud je potřeba změnit tloušťku plaveného pásu, používají se kovové, vodou chlazené rolny, které pás skla roztahují směrem k okrajům, nebo ho naopak zužují ke středové ose.

2. 7 Zušlechťování skla

Zušlechťování skla lze rozdělit do tří kategorií: tepelné, chemické a mechanické. Do zušlechťování tepelného spadají operace, jako je tvrzení skla, leštění ohněm a pukání. Pokud chceme sklo vytvrdit, je třeba výrobek zahřát skoro na teplotu měknutí a následně ho rychle a rovnoměrně zchladit. Tvrzené sklo je využíváno hlavně v automobilovém průmyslu, ale můžeme se s ním setkat i u skla užitkového (tzv. duritky).

Chemické zušlechťování skla je velice obsáhlá kapitola, která zahrnuje mnoho druhů povrchových úprav včetně chemického leštění, matování a vytváření vrstev na skle. U chemického leštění se používají směsi kyseliny fluorovodíkové, která jako jediná rozpouští sklo. Lázeň, jež se většinou používá pro celkové vyleštění broušeného skla, obsahuje zředěnou kyselinu fluorovodíkovou (HF) a kyselinu sírovou (H_2SO_4). Chemické matování je prováděno nanášením matovacích past a roztoků obsahujících kyselé fluoridy.

Nanášení vrstev na sklo je velice rozmanité odvětví. U bižuterních výrobků se používá například vakuové napařování, stříbření a zlacení (similizace), listry, irizování, lazury a jiné. U plochého skla lze vytvořit funkční vrstvy - antibakteriální, elektricky vodivé, reflexní, antireflexní a mnohé další. Do této kategorie se řadí i stříbření zrcadel. Po chemickém pokovení zadní strany je zrcadlo ještě opatřeno ochrannou vrstvou, nejčastěji lakem.

Mechanické zušlechťování zahrnuje úpravu povrchu skla broušením a leštěním, případně také rytím, řezáním a pískováním.

Pískování skla je konkrétně pro ploché sklo využíváno nejčastěji k vytvoření dekoru. Dekoru se docílí pomocí šablony, díky níž lze do skla vypískovat libovolný motiv. Pískování se provádí většinou v pískovacím boxu, kde je skleněný povrch narušen částicemi (pískem), unášenými proudem vzduchu.

Antireflexní povlaky

„Pro řadu aplikací, a to zejména při použití skla s vysokou úrovní činitele světelné propustnosti má význam snížit stupeň odrazivosti jednoho nebo obou povrchů a tím dosáhnout ještě lepší úrovně prostupu světla.

Dosáhnout tohoto efektu lze vytvořením multivrstvy založené na jednotlivých tenkých filmech rozdílnými refrakčními indexy. Při použití takového povlaku je možné snížit reflexi skla z 8% na 1%. K tomuto účelu se používají antireflexní sol - gel povlaky nanášené jako dip – coating (namáčením v lázni sol s následným sušením a chlazením) nebo naprašováním.“[1]

2. 8 Broušení skla

Broušení je v podstatě odebírání skla volnými nebo vázanými brusnými prostředky za přítomnosti vody, která slouží jako chladicí kapalina. V reliéfní vrstvě vznikají mikrotrhlíky, a dochází tak k narušení povrchové vrstvy skla a postupnému ubývání hmoty. Při dopadu světla na broušením narušený povrch dochází k chaotickému odrazu světelných paprsků, a proto se sklo jeví jako matné.

Rozdělení podle účelu:

Dekorativní broušení - používáno výhradně k dekorování skla

Broušení jako doplňková operace - slouží k zajištění použitelnosti výrobků

Rozdělení podle způsobu:

Kuličkové broušení - kotouč je umístěn vertikálně, ve formě vázaného brusiva
- kotouče mohou mít různé profily

Hladinářské broušení - kotouč je umístěn horizontálně
- používá se ve formě vázaného brusiva, ale i pro brusivo volné

Rozdělení podle odebírání povrchu:

Hrubé broušení (natrhávání) - dochází k největšímu obrusu skla

- získání požadovaného tvaru

- používá se brusivo největší zrnitosti

Jemné broušení (jemnění) - vyhlazení nerovností

- příprava povrchu pro jeho následné vyleštění

- používá se brusivo menší zrnitosti

Rozdělení brusiv podle druhu a původu:

Volná brusiva

přírodní: diamant - tvrdost 10

 korund - tvrdost 9

 smirek - tvrdost 7,5 - 8,5

 křemenný písek - tvrdost 7

- přírodní volná brusiva již nemají v dnešní době téměř
žádné využití

syntetická: umělý diamant - nejtvrdší umělé brusivo, tvrdost 10

- vyrábí se z čistého grafitu za pomoci niklu

elektrokorund - také nazývaný elektrit, tvrdost 9 - 9,5

- základním prvkem je bauxit

karbid křemíku - jiný název karborundum, tvrdost 9,5 - 9,7

- sloučenina uhlíku a křemíku

karbid bóru - tvrdost 9,7 - 9,9

- používán pouze vyjimečně k broušení tvrdých skel

Vázaná brusiva

přírodní: pískovcové kotouče - tvořeny zrnky křemičitého písku,

- vázány mineral. pojivem

- lze dosáhnout velmi jemného výbrusu

syntetická: kotouče

s keramickou vazbou - elektrit, karborund

- směs jílu, živce, boraxu a kaolínu

- vyrábí se lisováním v ocelových formách

kotouče

s metalickou vazbou - diamant

- nosným podkladem diamantové vrstvy je ocelový
kotouč

- kotouče menších rozměrů se vyrábí i bez
nosného podkladu

Faktory ovlivňující broušení skla:

vlastnosti brusiva - zrnitost, tvrdost, pevnost v tlaku, křehkost, tvar krystalů,
pórovitost kotouče

technologické podmínky broušení - tlak, rychlost otáček, suspenze, materiál

vlastnosti brusné kapaliny

vlastnosti skla

2. 9 Leštění skla

Cílem této mechanické operace je navrátit broušenému sklu jeho původní vzhled neboli odstranit mikronerovnosti na povrchu. K dosažení lesklého povrchu se používají kotouče z měkkých materiálů a jemná leštiva, jež se opět dělí podle druhu a původu. Leští se na strojích jak kuličkových tak i hladinářských a je při tom opět zapotřebí chladicí kapalina.

Nejvhodnější kapalinou je voda, která mimo chlazení leštěného skla zajišťuje pojení částic leštiva. Teplá voda leštící proces dokonce urychluje. Při leštění dochází narozdíl od broušení i k vlivům chemickým. Působením vody se na povrchu skla vytváří gel kyseliny křemičité, silou této vrstvy je pak ovlivněna leštivost.

Rozdělení leštiv podle druhu a původu:**Volná leštiva**

- | | |
|-------------|---|
| přírodní: | pemza - pórovitá hmota sopečného původu, tvrdost 5 - 6
- lze ji použít na všechny druhy kotoučů |
| | tripolit - nazývá se také tripl, tvrdost 1 - 3
- získává se ze zeminy tvořené zkřemenatělými krunýřky
rozsivek
- používá se k jemnějšímu leštění |
| syntetická: | céroxid (CeO_2) - používá se při leštění do nejvyššího lesku
leštící červeň
leštící čern
oxid zirkoničitý |

Vázaná leštiva

- přírodní: dřevěné kotouče - různé druhy, převážně topol
korkové kotouče - vyráběny z kůry dubu korkového
plstěné kotouče - vyráběny z plsti z ovčí vlny a telecích chlupů
- různá tvrdost a jemnost
syntetická: polyuretanové kotouče - na bázi plastických hmot
- dokonalá fixace leštiva na povrchu
tzv. samoleštící kotouče - vyrábí se gumové nebo pryžové
k leštění nepotřebují leštící suspenzi

2. 10 Pomocné operace

Řezání skla

Pojem „řezání skla“ nelze brát doslovně. Při tomto postupu totiž nedochází k řezání skla jako takovému, ale v podstatě k jeho dělení. Existuje mnoho způsobů, jak lze sklo dělit - například řezáním, opukáváním, probušováním a dalšími způsoby. Na metodě, kterou je sklo děleno, nezáleží. Důležité je, že dojde k porušení rovnováhy napětí.

Pro moji práci bylo důležité pouze dělení mechanické, proto se zmiňuji jen o něm. Řezání se dělí na několik skupin: dělení lámáním tabule, naříznuté na povrchu skla (strojní výroba), dále je to řezání diamantem (ruční řezáky) a potom použití zvláštních technologií (laser, vodní paprsek).

Princip řezání diamantem spočívá v provedení vrypu do skla, kdy dojde ke vzniku jemných trhlin a sklo se naruší natolik, že ho lze odlomit. Nástroje pro řezání diamantem mají většinou umělohmotnou či dřevěnou násadu ve tvaru tužky, do níž je upevněn diamantový řezák. Diamant je modifikace uhlíku o tvrdosti 10 podle Mohsovy stupnice. Ačkoliv se jedná o nejtvrdší známý nerost, řezáním dochází velmi rychle k opotřebení jeho hran.

Při řezání se řezací kolečko nejprve smočí v petroleji, aby bylo možné po skle přejet řezákem rovnoměrně a jedním tahem. Po naříznutí se ze spodní strany skla jemně poklepe v místě řezu a následně se sklo v narušeném místě jednoduše odlomí.

Řezání skla vodním paprskem

„Technologie řezání vodním či hydroabrazivním paprskem je používána ve více průmyslových odvětvích. Základem řezacího systému je vysokotlaké čerpadlo generující tlak vody, jehož hodnota se pohybuje v rozmezí 300 až 400 MPa. Paprsek vzniká v řezací hlavě zakončené tryskou. Při zpracování měkkých materiálů používáme čistý vodní paprsek, pro ostatní případy je třeba použít abrazivní paprsek.

Pohyb řezací hlavy a tedy celá dráha řezu je řízena počítačem dle předem nastaveného programu. Je možné provádět i tvarově složité řezy během jedné operace. Dělený materiál není silově namáhán, řezná hrana není nijak ovlivněna, vždy se jedná o studený řez. Tato skutečnost je velmi důležitá a také rozhodujícím způsobem odlišuje vodní paprsek od ostatních technologií používaných při dělení materiálů, zvláště laseru.“ [1]

Vrtání skla

Pro vrtání skla jsou používány převážně diamantové vrtáky, které musí být chlazeny vodou. V dnešní době již existují moderní vrtací zařízení, která mají vrtáky umístěny ve vertikální ose naproti sobě, takže k vrtání dochází z obou stran a voda je přiváděna přímo jejich středem.

Vrtáky jsou duté, takže se při samotném procesu vybrousí do skla mezikruží a po navrtání, nejprve z jedné a potom z druhé strany, vzniká otvor. Možnost vrtání skla z obou stran je pro sklo zásadní. Pokud by se totiž sklo vrtalo jen z jedné strany, mohlo by dojít k vyštípnutí okraje vrtaného otvoru.

Běžná velikost vrtáků se pohybuje v rozmezí od 3 do 100 mm. Na trhu jsou údajně k dispozici i vrtací mechanismy, které výměnu vrtáků již nepotřebují. Obvod vrtáků není celiství, ale skládá se z diamantových ostnů, poskládaných vedle sebe. Průměr kružnice je následně možné podle potřeby vrtaného otvoru zužovat či rozšiřovat, a tak lze vrtat otvory jakýchkoli průměrů.

3 VLASTNÍ REALIZACE

3. 1 Navrhování

Hledání tvarosloví je jedno ze zásadních a posledních rozhodnutí před vlastní realizací celé práce. Ačkoliv jsem od začátku měla o své práci určitou představu, cesta ke konečnému rozhodnutí trvala velmi dlouho a nebyla jednoduchá. Pravděpodobně k ní přispěla nejen má občasná nerozhodnost, ale i jiné faktory, jako byla například kombinace skla s různými materiály, doplnění práce o jiné sklářské technologie, výběr barevnosti a tak dále.

Při navrhování pro mě bylo nejobtížnější pojem budoucnost vyjádřit (jak budoucnost nejlépe vystihnout). Od stroje času přes mayský kalendář, zkázu planety a věštění jsem dospěla k názoru, že budoucnost lze nejlépe vyjádřit pomocí času minulého a přítomného. Toto rozhodnutí pro mě znamenalo určitý zvrat v mojí práci. Pokud se rozhodnete pro soubor objektů, měly by v sobě nést určitý společný prvek, nějak spolu souviset.

Sjednocujících prvků zde nalezneme několik. Prvkem zřejmým hned na první pohled je kruhová kompozice, poté si člověk pravděpodobně všimne zrcadel a naposled ho zaujmou části, vybroušené z tmavě fialového skla (opaxitu).

Jak bylo řečeno, každý objekt zastupuje jeden čas. Objekty představující minulost a budoucnost spolu komunikují a jejich kompozice je založena na podobném principu, jejich osa je vertikální. Minulost se odehrává nízko u země, kdysi dávno. Ozubená kolečka mají navodit dojem vzpomínek. Oproti tomu budoucnost je snová, odehrává se vysoko nad námi. Broušená kolečka nyní evokují sny a přání. Protože budoucnost je vlastně téma celé mé práce, rozhodla jsem se objekt, který ji znázorňuje, nasvítit.

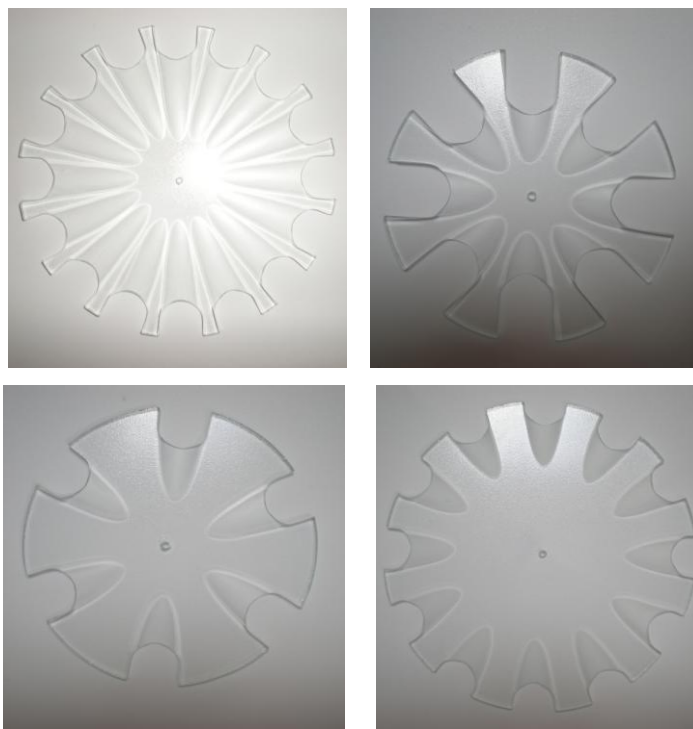
Horizontální objekt, který se od ostatních dvou liší, znázorňuje přítomnost. Zde jsem nepoužila kolečka s vybroušeným dekorem, ale kola jednoduchá a ozubená. Přítomnost by měla být znázorněna objektivně, jednoduše, přímo. Hned na začátek objektu jsem umístila jedno kolečko odlišné - matné. Může symbolizovat život, začátek naší přítomnosti, duši. Horizontála je ukončena zrcadlem, které vytváří dojem pokračování osy, tedy naší přítomnosti. Tmavé sklo, ukrývající se za zrcadlem, jsem použila proto, že naše přítomnost končí smrtí.

3. 2 Výroba ozubených koleček

Pro svoji práci jsem se rozhodla použít sklo s antireflexní povrchovou úpravou z rozbitých skel, které byly ve škole volně k dispozici. První operací bylo rozkreslení kruhů a jejich následné vyřezání. Jelikož sklo na zasklívání obrazů má sílu pouze 2mm, nebylo možné z takto tenkého skla vyřezat kruhy řezacím kružítkem. Bylo zapotřebí rozřezat sklo nejprve na čtverce a pak se postupným odřezáváním co nejvíce přiblížit požadovaným tvarům.

Po odřezání okrajů přišlo na řadu broušení diamantovým kotoučem. Již vybroušené kruhy jsem potom rozkreslila podle plánovaného výbrusu. Vybroušením dle šablony tak nakonec vznikla ozubená kolečka rozmanitých tvarů i velikostí. Jak už bylo zmíněno, použité sklo je velice tenké, navíc bylo i z části poničené, a proto zhruba jedna čtvrtina koleček z celkového množství broušení nevydržela a rozpadla se.

Naposled bylo nutné vytvořit uprostřed těchto sklíček otvor velikosti cca 2mm, aby mohla být navlečena na lanko. Protože vrtáky se vyrábí až od 3mm, musela jsem pro navrtání použít ruční mikrobrusku. Také jsem zvažovala, zda pro vytvoření otvorů nevyužiji technologii řezání vodním paprskem, ale nakonec byl k dispozici nástavec požadované velikosti a vrtání koleček diamantovým vrtákem nebylo až tolik časově náročné, jak jsem se obávala.



3. 3 Vrtání zrcadel

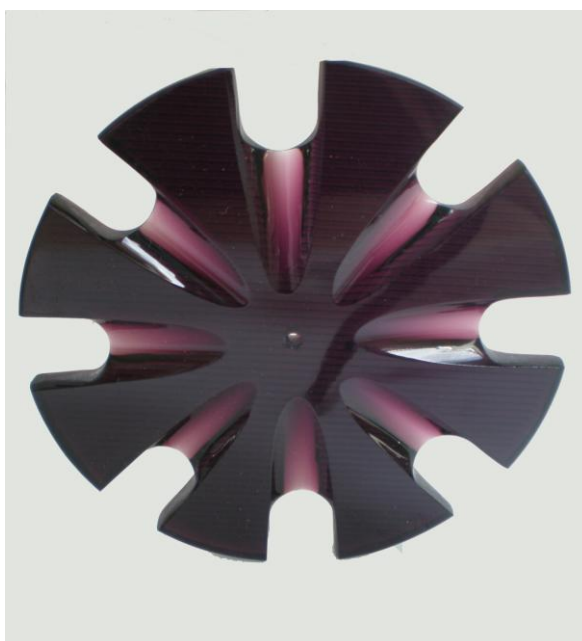
Technologii řezání vodním paprskem jsem však stejně musela využít. Problém totiž vznikl v navrtávání zrcadel. Zrcadla takto velkých rozměrů a o síle stěny 6 mm by bylo velice obtížné vrtat vrtákem. Druhý, ještě větší problém, byl opět ve velikosti vrtáků. Proto jsou otvory v zrcadlech vyřezané vodním paprskem.

U zrcadel menších rozměrů s větším vnitřním průměrem nebylo obtížné vyvrtat otvory na oboustranné vrtačce.

3. 4 Úprava opaxitu

Opaxit je možné charakterizovat jako tmavě fialové sklo opatřené z jedné strany drážkami. Tento druh skla znamenal velký boom ve druhé polovině minulého století. Nejčastěji se používal na obkládání, také se z něj vyráběly konferenční stolky a velmi časté použití, které přetrvalo až do dnešní doby, je zhotovování náhrobků. Cena „černého“ skla se pohybuje, ve srovnání s čirým sklem tabulovým, relativně vysoko, a proto jsem opět tvořila ze skla již jednou použitého.

Nejobtížnější při práci s opaxitem bylo řezání. Toto sklo má sílu stěny 6mm a jelikož z jedné strany jsou drážky, dá se řezat jen velice těžko. Dalším problémem bylo jeho znehodnocení. Naštěstí se podařilo mechanickým leštěním škrábance odstranit, a sklo tak mohlo být použito.



3. 5 Objekt č. 1 - „MINULOST“

Nosným prvkem tohoto objektu je kruhové zrcadlo o síle stěny 6mm, které má průměr 75 cm. Aby bylo možné objekt zavěsit, musela jsem ho ukotvit na třech rovnoměrně rozložených bodech. Otvory, vyřezané vodním paprskem, mají průměr od 1 do 2 mm. Pro ukotvení jsem použila nerezová lanka, která jsou na koncích opatřena olověnou kuličkou. Dalších 25 otvorů bylo určeno opět pro nerezová lanka, avšak menší síly. Na nich jsou zamačkávacím rokailem upevněna skleněná kolečka.

Druhé zrcadlo, umístěné pod nosným zrcadlem, má za úkol vytvářet dojem nekonečného prostoru a zároveň i znásobit počet zavěšených kol. Abych kompozici něčím ozvláštnila, doplnila jsem ji několika kruhy z tmavého skla, které je neprůhledné, přesto průsvitné. Také je zajímavé tím, že má z jedné strany drážky. Při nasvícení pak dochází k barevnému průhledu. Průsvitná kolečka představují vzpomínky a tmavá kolečka do něj zakomponovaná zde znázorňují vzpomínky na lidi, kteří již nejsou mezi námi.

3. 6 Objekt č. 2 - „PŘÍTOMNOST“

Objekt nazvaný Přítomnost je na rozdíl od ostatních koncipován horizontálně. Základ tvoří jeden metr dlouhá nerezová šroubovitá tyč. Na ni jsem chtěla pomocí matek upevnit skleněná kola, některá ozubená. Při výrobě skleněných kol jsem postupovala stejným způsobem, jako u koleček malých – řezání, broušení, rozkreslení, vybroušení dekoru. Po vybroušení jsem do skleněných kruhů vyvrtala na oboustranné vrtačce otvory.

Dále bylo třeba vyřešit, jak kola na tyč nasadit tak, aby nedocházelo k jejich poškozování. Vzniklý problém jsem vyřešila tím, že jsem UV lepidlem přilepila z jedné strany matku přímo ke sklu. Skleněná kola do přímého kontaktu s tyčí vůbec neprijdou.

Ze zrcadla jsem si nechala vyříznout dva stejné kruhy o velikosti 25 cm, do kterých jsem vytvořila 10 mm otvor a slepila je k sobě. Na lepení jsem musela použít dvousložkové epoxidové lepidlo, protože UV lampa by zrcadlo neprosvítila. Stejným typem lepidla byly následně vlepeny do vyvrtaných otvorů i matky.

Ze zadní strany zrcadla jsem, opět pomocí dvousložkového lepidla, připevnila malé kolečko z tmavého skla. Tento prvek je praktický, zakrývá matku uvnitř zrcadla. Má však i význam symbolický, znázorňuje konec naší přítomnosti – smrt.

Posledním krokem bylo celý objekt zkompletovat. Ozubená kola jsem zkombinovala s jednoduchými kruhy tak, aby kompozice působila vyváženě.

3. 7 Objekt č. 3 - „BUDOUCNOST“

Moje pojetí budoucnosti se odehrává mezi dvěma zrcadly, tentokrát však v horní části objektu. Otvory do zrcadla jsem si nechala vyřezat, stejně jako u zrcadla prvního, technikou řezání vodním paprskem. I postup zavěšení byl totožný. Zrcadlo je uchyceno nerezovými lanky ve třech bodech. Směrem dolů jsou opět spuštěna lanka s vybroušenými kolečky, která znázorňují sny a přání.

Protože součástí návrhu bylo spuštění lanek skoro až k zemi, bylo třeba je na jejich koncích určitým způsobem zatížit. Z čirého a tmavého skla jsem vytvořila ozubená kolečka, jejichž síla stěny je zhruba 5mm, takže jsou těžší, a fungují jako závaží. Jejich konečný vzhled byl pro mě trochu překvapením. Původně měla sloužit pouze jako závaží, ale po jejich vybroušení jsem zjistila, že vznikl další dekorativní prvek a že tato kolečka dodávají celému objektu určité kouzlo, atmosféru.

Jelikož budoucnost je nejen název objektu, ale celé mé práce, rozhodla jsem se ho pomocí světelného zdroje zvýraznit - nasvítit. Vrchní zrcadlo má uprostřed vyříznutý otvor o velikosti 9 cm, aby jím bylo možné objekt rozsvítit. Nejedná se tedy o svítidlo, ale o světelný objekt, který může evokovat „zářivou budoucnost“.

Řešení osvětlení je provizorní a vzniklo pouze pro individuální instalaci. Pokud by byl objekt zavěšen do konkrétního interiéru, nerezová lanka by bylo nutné zkrátit či vypustit úplně a světlo by bylo zabudováno přímo do stropní části.

4. ZÁVĚR

Pojem budoucnost se řadí mezi věci abstraktní. Žádný stroj času zatím nebyl vynalezen, a tak si budoucnost není možné prohlédnout ani ji nelze fyzicky uchopit. Jedná se tedy o mé umělecké pojetí a představu, která se tak nejspíš řadí mezi mnoho jiných způsobů, jak toto téma ztvárnit. Přesto si myslím, že ploché sklo se stalo pro vytvořené objekty přínosem a v konečném výsledku splnila práce má očekávání.

Minulost, Přítomnost a Budoucnost lze chápat jako soubor skleněných objektů, určený do interiéru. Nejvhodnějšími interiéry pro vytvořené objekty by se podle mě mohly stát reprezentativní místnosti nebo prostory, kde se konají pracovní pohovory.

Dokonce mi hlavou proběhla myšlenka, že by objekty mohly vyniknout v prostoru univerzity. Studentům, procházejícím okolo nich, by tak neustále připomínaly, že jejich budoucnost závisí hlavně na přítomnosti a minulosti každého z nich.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

<http://www.fyzmatik.pise.cz/110226-historie-zrcadel.html>

<http://www.zamecnikova.cz/>

<http://www.prague-art.cz/katalog/autori/145-vladimir-kopecky/>

<http://www.creativoas.cz/vladimir-kopecky.php>

<http://www.gallery.cz/gallery/cz/marian-karel-vystava.html>

<http://www.gallery.cz/gallery/cz/vladimir-kopecky-vystava.html>

<http://www.gallery.cz/gallery/cz/dana-zamecnikova-vystava.html>

Götz, J.: *Broušení a leštění skla*. Státní nakladatelství technické literatury. Praha 1963. 368s.

Cabejšek M.: *Zušlechťování skla*. Nakladatelství L+P Publishing, Praha. 152s. ISBN 80-239-4265-4

Fitz, H.: *Řezání skla*. Státní nakladatelství technické literatury: Praha 1958. 94 s.

Sekera J., Šetlík J.: *Sklo a prostor*. České muzeum výtvarných umění v Praze. Praha 1998. ISBN 80-7056-065-7

Popovič, Š.: *Výroba a zpracování plochého skla*. První vyd. Praha: Grada Publishing, 2009. 256s. ISBN 978-80-247-3154-4

Klebsa, V.: *Základy technologie skla pro hospodářskou fakultu*. Technická univerzita v Liberci: Liberec, 2002. 84s. ISBN 80-7083-556-7

[1] Popovič, Š.: *Výroba a zpracování plochého skla*. První vyd. Praha: Grada Publishing, 2009. s. 13, 146, 134

[2]
Klebsa, V.: *Základy technologie skla pro hospodářskou fakultu*. Technická univerzita v Liberci: Liberec, 2002. s. 7, 8

